

DOCKET NO.: 263887US6PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Kiyooki TAKIGUCHI

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/13774

INTERNATIONAL FILING DATE: October 28, 2003

FOR: GAIT WAVEFORM FEATURE EXTRACTING METHOD AND INDIVIDUAL IDENTIFICATION SYSTEM

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313


Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	2002-314920	29 October 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/13774. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Gregory J. Maier  
Attorney of Record  
Registration No. 25,599  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

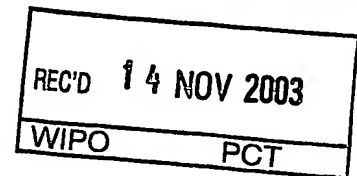
**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

#2  
PCT/JP03/13774

28.10.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月 2 9 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 1 4 9 2 0  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 3 1 4 9 2 0 ]

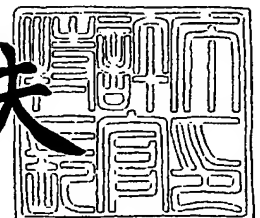
出 願 人            ソニー株式会社  
Applicant(s):

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年   8 月   1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 1 8 3 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290633402

【提出日】 平成14年10月29日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G06M 7/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会社内

    【氏名】 滝口 清昭

【特許出願人】

    【識別番号】 000002185

    【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100082740

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 田辺 恵基

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 048253

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9709125

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 歩行波形特徴抽出方法及び個人識別装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

人体の 2 足運動に伴って当該人体に形成される電界の変位のうち、一方の足底面全体が着地し、かつ他方の爪先が離地直後の状態に対応する所定の周波数帯域に係る振幅のピークを指標として、上記 2 足運動の 1 歩に相当する 1 歩波形を特定する波形特定ステップと、

上記 1 歩波形に基づいて当該 1 歩波形の特徴を抽出する特徴抽出ステップとを具えることを特徴とする歩行波形特徴抽出方法。

【請求項 2】

上記所定の周波数帯域は、ほぼ  $8\text{ Hz} \pm 2\text{ Hz}$  であることを特徴とする請求項 1 に記載の歩行波形特徴抽出方法。

【請求項 3】

上記特徴抽出ステップでは、

上記 1 歩波形を任意の時間幅ごとに分割し、当該分割した時間幅に係る振幅値を積分することにより得られる積分値を、上記 1 歩波形の特徴として抽出することを特徴とする請求項 1 に記載の歩行波形特徴抽出方法。

【請求項 4】

人体の 2 足運動に伴って当該人体に形成される電界の変位を検出する電界変位検出手段と、

上記電界の変位のうち、一方の足底面全体が着地し、かつ他方の爪先が離地直後の状態に対応する所定の周波数帯域に係る振幅のピークを指標として、個人を識別する識別手段と

を具えることを特徴とする個人識別装置。

【請求項 5】

上記所定の周波数帯域は、ほぼ  $8\text{ Hz} \pm 2\text{ Hz}$  である

ことを特徴とする請求項 4 に記載の個人識別装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は歩行波形特徴抽出方法及び個人識別装置に関し、例えば人体の歩行運動に伴って当該人体に形成される電界変位に基づいて個人の識別を行う個人識別装置に適用して好適なものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、個人識別装置は、目の虹彩や、指又は掌の指紋等の人体固有となる生体的特徴を抽出し、当該抽出結果に基づいて所定の照合処理を行うことにより個人を識別するようになされている。

## 【0003】

また、近年では人体の歩行運動自体が人体固有となる生体的特徴の1つとして着目されており、例えば歩行運動により生じる振動（音）について周波数解析を行うことにより生体的特徴を抽出し、当該抽出結果に基づいて個人を識別する個人識別装置が提案されている。

## 【0004】

この個人識別装置においては、人体にマイクロフォンを装着し、当該人体の歩行運動時における振動をマイクロフォンで採集することにより得られる電気信号のうち、片方の脚部が着地した際の衝撃により生じる着地時振動に対応する部分を1歩の指標として歩行周期を検出した後、当該検出結果に基づいて人体固有となる歩行波形の特徴を抽出するようになされている（例えば、特許文献1参照）。

## 【0005】

## 【特許文献1】

特開2002-197437号公報（第6図及び第7図）

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところでかかる個人識別装置においては、マイクロフォンを人体に装着する部位に応じて着地時の振動が可変するのみならず、当該マイクロフォン周囲のノイ

ズの影響が大きいことにより、着地時振動に対応する部分を的確に特定することができず、その結果、歩行波形の特徴を精度よく抽出することが困難であった。

#### 【0007】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、精度よく歩行波形の特徴を抽出し得る歩行波形特徴抽出方法及び個人識別装置を提案しようとするものである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため本発明においては、人体の2足運動に伴って当該人体に形成される電界の変位のうち、一方の足底面全体が着地し、かつ他方の爪先が離地直後の状態に対応する所定の周波数帯域に係る振幅のピークを指標として、上記2足運動の1歩に相当する1歩波形を特定し、その1歩波形に基づいて当該1歩波形の特徴を抽出する。

#### 【0009】

この場合、左右足相互間又は個人差による歩行態様の差異に係わらず、当該左右足相互間の帯電干渉の影響を受けずに出現する振幅のピークを指標とすることができ、ほぼ的確に1歩を特定することができる。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

#### 【0011】

##### (1) 個人認証装置の構成

図1において、1は全体として本発明を適用した個人識別装置を示し、電界変位検出部2と、当該電界変位検出部2に接続された解析部3と、当該解析部3に接続された入力部4、記憶メモリ5及び出力部6とによって構成されており、例えば腕や足首等の人体の皮膚へ当接可能な状態に形成される。

#### 【0012】

個人識別装置1は、任意の人体の歩行運動に伴って当該人体の足底面と路面との間で形成される静電容量変化や、足底面と路面との帯電変化等が生じることにより当該人体に形成される電界変位を、電界変位検出部2によって電気信号（以

下、これを歩行波形信号と呼ぶ) S1として検出し、その歩行波形信号S1を解析部3によって解析することにより個人を識別するようになされている。

#### 【0013】

ここで、この一実施の形態における歩行運動とは、人体が特にスピードを意識することなくほぼ平坦な路面を歩いている動きをいう。

#### 【0014】

因みに、人体の歩行運動に伴って当該人体に形成される電界変位においては、極めて周波数が低く波長も長いので、極めて広範囲な静電界が支配的となっている。

#### 【0015】

電界変位検出部2は、図2に示すように、電界効果トランジスタ（以下、これをFETと呼ぶ）10と、当該FET10のゲートに接続された主電極11と、当該主電極11と検出対象の人体表皮OSとの間に介挿された誘電体12と、一端がFET10のソースに接続されると共に他端がFET10のドレインに接続されたアンプ13とによって構成される。

#### 【0016】

FET10のドレインとアンプ13の他端との中点MPには、誘電体12を介して人体表皮OSが接続される。またアンプ13は、内部電源又は外部から供給される電源によって動作するようになされている。

#### 【0017】

従って電界変位検出部2においては、検出対象の人体の歩行運動に伴って当該人体に形成される超低周波帯の電界変位が人体表皮OSを伝わると、誘電体12と主電源11との間でポテンシャルが生じることにより当該電界変位に応じた微小電流をFET10を介して検出し、その微小電流をアンプ13を介して歩行波形信号S1として解析部3（図1）に送出する。

#### 【0018】

この場合、電界変位検出部2においては、人体に形成される電界変位が超低周波帯であるため、ハムノイズ等のノイズの影響を殆ど受けることなく当該人体の歩行運動に伴う電界変位を精度よく検出し得るようになされている。

**【0019】**

また電界変位検出部 2 は、検出対象の人体表皮 O S に誘電体 1 2 を直接当接することにより当該人体の歩行運動に伴う電界変位を感度よく検出し得、さらに誘電体 1 2 を誘電率の高い例えば軟質塩ビで形成することにより当該人体の歩行運動に伴う電界変位を感度よく検出し得るようになされている。

**【0020】**

このように電界変位測定器 2 は、マイクロ波等の探査波を検出対象の人体に照射することなく電界変位を検出し得るようになされている。

**【0021】**

かかる構成に加えて、電界変位検出部 2 は、中点 M P を介して人体表皮 O S に接地する際に、当該 F E T 1 0 及び主電極 1 1 の周囲を覆うガード電極 1 4 を介して人体表皮 O S に接地するようになされている。

**【0022】**

これにより電界変位検出部 2 は、ガード電極 1 4 によって人体の歩行運動に伴う電界変位以外の周波数成分（ノイズ）の検出を極力回避し得るようになされている。

**【0023】**

このようにして電界変位検出部 2 により検出された歩行波形信号 S 1 は、図 3 に示すように、20 Hz 以下の低周波帯域において、時間の経過に応じて電界強度の強弱パターンがあたかも声紋のように発生している。

**【0024】**

ここで、かかる電界強度（電位）の変化と、人体の歩行運動の態様（以下、これを歩行態様と呼ぶ）との対応関係について検討するが、まずは基本的前提として、人体歩行態様及び電界強度の発生メカニズムとを説明する。

**【0025】**

右足における人体歩行態様としては、図 4 に示すように、踵が離地（路面から離れることをいう。以下同じ）した直後から爪先が離地した直後までの離地プロセス（図 4 A）と、爪先が離地した直後から踵が着地する直前までの蹴出プロセス（図 4 B）と、踵が着地した直後から足底面全体が路面に対して着地（以下、



これを完全着地と呼ぶ) するまでの着地プロセス (図 4 C) との大きく 3 種類のプロセスが順次繰り返されている。

【0026】

また左足における人体歩行態様としては、右足と同様に 3 種類のプロセスが順次繰り返されるが、当該左足の各プロセスの開始時期については右足とは異なっており、右足の離地プロセスの途中で着床プロセスを開始し (図 4 A において矢印で示す)、当該右足における着地プロセスの途中で左足における離地プロセスを開始する (図 4 C において矢印で示す)。

【0027】

このように人体の歩行運動においては、右足の着地プロセスに相反する左足の離地プロセスと、右足の離地プロセスに相反する左足の着地プロセスとがおおよそ半周期ずれながら、当該右足及び左足の各プロセスが交互に繰り返されることにより前進するようになされている。

【0028】

次に、電界強度 (電位) の発生メカニズムについて説明する。

【0029】

静電容量は、当該静電容量を  $C$ 、誘電率を  $\epsilon$ 、電極面積を  $S$  及び電極間の距離を  $d$  とすると、次式

【0030】

【数 1】

$$C = \epsilon \cdot S / d \quad \dots\dots (1)$$

【0031】

によって表される。

【0032】

従って人体の歩行運動では、路面に対する足底面の接触面積  $S$  が大きいほど静電容量  $C$  は大きく、これに対して路面から足底面が剥離すると、その剥離面積  $S$  に対応する足底面と路面との間の距離  $d$  に応じた分だけ誘電率の低い空気層ができるので静電容量  $C$  は小さくなる。

## 【0033】

すなわち人体の歩行運動に伴う電界変位の電界強度においては、路面に対する足底面の剥離面積（接触面積）の変化、路面と足底面との距離変化及び路面と足底面との間における電荷の移動（帯電相互作用）がそれぞれ密接に関与している。

## 【0034】

ところで電荷量は、当該電荷量を  $Q$  及び電圧を  $V$  とすると、次式

## 【0035】

【数2】

$$Q = C \cdot V \quad \dots\dots (2)$$

## 【0036】

によって表される。

## 【0037】

ここで人体の歩行運動では、人体の電荷量  $Q$  自体には殆ど変化がないので、当該電荷量  $Q$  が一定であるものと仮定した場合、静電容量  $C$  の変化と、電圧  $V$  の変化とが相反する。

## 【0038】

従って人体の歩行運動では、離地プロセス（図4A）において路面に対する足底面の急速な剥離に伴って静電容量  $C$  が急激に低下すると、当該足底面と路面との間における電圧  $V$  が急激に上昇することにより空気の絶縁破壊限界を越えて放電が起こる。

## 【0039】

このように人体の歩行運動では、路面に対する足底面の剥離に伴って電圧  $V$  が上昇すると同時に、静電容量  $C$  の急激な低下に伴って当該足底面と路面との間で放電が生じる。

## 【0040】

かくして、人体の歩行運動に伴って変化する電界強度の発生メカニズムとしては、人体の足底面と路面との電位差による電圧  $V$  だけが要因となるのではなく、

静電容量 $C$ も密接に関与している。

#### 【0041】

以上の基本的前提をふまえたうえで、人体歩行態様と、人体の歩行運動に伴って生じる電界強度の変化との対応関係について人体の足底面と路面と間に静電容量を形成しているモデルに基づいて説明する。

#### 【0042】

かかるモデルとしては、左足底面を長さ方向の中間から幅方向へ左踵及び左爪先の各部分に分けると共に、同様にして右足底面を右踵及び右爪先の各部分に分けた際に、当該各部分と路面との間で形成される可変容量コンデンサを仮定した等価回路を用いる。

#### 【0043】

図5に示すように、等価回路20は、電界変位検出部2（図2）とほぼ同様の回路構成ではあるが、当該電界変位検出部2におけるFET10のゲートには、主電極11及び誘電体12に代えて、左踵と路面との間に形成されるコンデンサ $CL1$ と、左爪先と路面との間に形成されるコンデンサ $CL2$ と、右踵と路面との間に形成されるコンデンサ $CR1$ と、右爪先と路面との間に形成されるコンデンサ $CR2$ との4つの可変容量コンデンサがFET10のゲートに接続されているものと仮定している。

#### 【0044】

因みに、点線で囲っている部分については、説明の便宜上、電界変位検出部2の構成を簡易化している。

#### 【0045】

この等価回路20を用いて、人体歩行態様と、人体の電荷量 $Q$ の変化、足底面と路面との間に形成される静電容量 $C$ の変化及び当該足底面と路面との電圧 $V$ の変化（すなわち歩行検出信号 $S1$ における電界強度の変化）との対応関係について図6のタイミングチャートに表し、そのタイミングチャートの説明を表1にまとめた。

#### 【0046】

但し、説明の便宜上、路面の漏洩抵抗は無視し、また人体の電荷量 $Q$ は当該変

化が微小であるため一定であると仮定し、さらに足底面が離地するときには、踵と爪先とが明確に分かれて離地するものと仮定する。

【0 0 4 7】

また、人体歩行態様としては、右足が後方にあり、右踵が離地する直前の状態（図 4 A に示す左端の状態）から、当該右足の蹴出プロセス（図 4 B）を経て、左爪先が離地した直後の状態（図 4 C に示す右端の状態）までを対象とする。

【0 0 4 8】

【表 1】

歩行運動	静電容量の変化	電位・電荷
[1] 右踵が離地	右踵が離れた瞬間に右足底面と路面との間で剥離帯電が発生（放電）。	電荷は $Q$
右踵が徐々に路面から離れる	右踵と路面との距離が変わり、距離が十分大きくなったときコンデンサー $C_{R1}$ の容量が 0 になったとみなせる。従って人体の容量は $C_{R1}+C_{R2}$ から $C_{R2}$ に変わる。	
[2] 左踵が着地	左踵で着地面積が増えたため、人体の容量は $C_{L1}+C_{R2}$ になる。	電位は $Q/(C_{L1}+C_{R2})$ に変わる。
[3] 左足底面が着地	左足底面で着地面積が増えたため、人体の容量は $C_{L1}+C_{L2}+C_{R2}$ になる。	電位は $Q/(C_{L1}+C_{L2}+C_{R2})$ に変わる。
[4] 右爪先が離地	右爪先が離れた瞬間に右足底面と路面との間で剥離帯電が発生（放電）。	電位は、 $Q/(C_{L1}+C_{L2}+C_{R2})$
右爪先が徐々に路面から離れる	右踵と路面との距離が変わり、距離が十分大きくなったときコンデンサー $C_{R2}$ の容量が 0 になったとみなせる。従って人体の容量は $C_{L1}+C_{L2}$ になる。	電位は $Q/(C_{L1}+C_{L2})$ に変わる。
[5] 右足が前方に蹴り出され、右踵が着地する前に、左踵が離地	左踵が離れた瞬間に左足底面と路面との間で剥離帯電が発生（放電）。	
左踵が徐々に路面から離れる	左踵と路面との距離が変わり、距離が十分大きくなったときコンデンサー $C_{L1}$ の容量が 0 になったとみなせる。従って人体の容量は $C_{L1}+C_{L2}$ から $C_{L2}$ に変わる。	電位は $Q/(C_{L1}+C_{L2})$ から $Q/C_{L2}$ に変わる。
[6] 右踵が着地	人体の容量は $C_{L2}+C_{R1}$ になる。	電位は、 $Q/(C_{L2}+C_{R1})$ に変わる。
[7] 右足底面が着地	人体の容量は $C_{L2}+C_{R1}+C_{R2}$ になる。	電位は、 $Q/(C_{L2}+C_{R1}+C_{R2})$
[8] 左爪先が離地	左爪先が離れた瞬間に左足底面と路面との間で剥離帯電が発生（放電）。	
左爪先が徐々に路面から離れる	左爪先と路面との距離が変わり、距離が十分大きくなったときコンデンサー $C_{L2}$ の容量が 0 になったとみなせる。従って人体の容量は $C_{L2}+C_{R1}+C_{R2}$ から $C_{R1}+C_{R2}$ に変わる。	電位は、 $Q/(C_{L2}+C_{R1}+C_{R2})$ から $Q/(C_{R1}+C_{R2})$ に変わる。

表 1

【0049】

このように図 6 中に示した歩行波形は、表 1 で説明した通り、ほぼ半周期ずれながら交互に繰り返される歩行態様の各状態（表 1 における歩行運動項目の〔1〕～〔8〕）に応じた静電容量及び電位の変化の結果であり、図 3 に示した電界

強度の強弱パターンに対応する。

#### 【0050】

従って歩行波形は、左右足相互間あるいは個人間における生体的差異や歩行軌跡等の歩行態様の差異に応じて静電容量及び電位が変化することにより、固有のパターンで現れる。

#### 【0051】

ところで、図6中の歩行波形には、右踵が離地した直後（図6中における右足動作の〔1〕）、右爪先が離地した直後（図6中における右足動作の〔4〕）、左踵が離地した直後（図6中における左足動作の〔5〕）及び左爪先が離地した直後（図6中における左足動作の〔7〕）にそれぞれ対応して剥離帯電が発生（放電）しており、これに伴って鋭い振幅のピーク（図6中における実測波形の①～④）が出現している。

#### 【0052】

かかる振幅のピークを、踵が離地した直後と爪先が離地した直後とに分けて着目してみる。まず、前者においては、右足（左足）の踵が完全に離地した直後（図4中の破線部分）のとき、左足（右足）は未だ着地しておらず空中の位置に存在している。

#### 【0053】

従って、左右踵が離地した直後に対応する振幅のピーク（図6中①及び③）は、剥離帯電が発生（放電）により比較的顕著に出現するものの、左右足相互間に帯電干渉が起こっている分だけ抑制され、また上述したように左右足相互間における歩行態様の差異に応じて左右足相互間の帯電干渉の状態も変化するので振幅差もある。

#### 【0054】

これに対して後者においては、右足（左足）の爪先が完全に離地した直後（図4中の破線部分）のとき、歩行態様の特性上、当該歩行態様の差異に係わらず左足（右足）は完全着地状態となる。

#### 【0055】

従って、左右爪先が離地した直後に対応する振幅のピーク（図6中②及び④）

は、左右足相互間に帯電干渉が起こらないことにより、歩行波形のうち最も大きい振幅のピークとして  $8\text{ Hz} \pm 2\text{ Hz}$  の帯域内にほぼ一律に出現する。この場合、複数の被験者に対して計測された歩行波形についても同様に  $8\text{ Hz} \pm 2\text{ Hz}$  の帯域で振幅のピーク（以下、これを  $8\text{ Hz}$  ピークと呼ぶ）が出現する。

#### 【0056】

このように歩行検出信号  $S1$ （図1）の歩行波形は、歩行態様の差異に応じて静電容量及び電位が変化することにより固有のパターンで出現するが、当該歩行態様の差異に係わらず左右爪先が離地した直後の繰り返しに対応してほぼ一定の周期で特徴的な  $8\text{ Hz}$  ピークが出現するようになされている。

#### 【0057】

ところで、解析部3（図1）は、入力部4を介して所定の登録開始操作が行われると歩行波形登録処理を実行することにより、例えば当該操作時に個人識別装置1を装着している人体（以下、これを登録者と呼ぶ）の歩行運動に応じて電界変位検出部2から与えられる歩行波形信号（以下、これを登録歩行波形信号と呼ぶ） $S1$ のうち、上述の  $8\text{ Hz}$  ピークを指標として登録波形の特徴を抽出した後、当該抽出結果を登録波形特徴データ  $D1$  として記憶メモリ5に記憶する。

#### 【0058】

この状態において解析部3は、入力部4を介して所定の照合開始操作が行われると歩行波形照合処理を実行することにより、まず、例えば当該操作時に個人識別装置1を装着している人体（以下、これを照合対象者と呼ぶ）の歩行運動に応じて電界変位検出部2から与えられる歩行波形信号（以下、これを照合歩行波形信号と呼ぶ） $S2$ のうち、上述の  $8\text{ Hz}$  ピークを指標として照合対象波形の特徴を抽出する。

#### 【0059】

次いで解析部3は、照合対象波形の特徴と、記憶メモリ5に記憶された登録者特徴データ  $D1$  における登録波形の特徴とを照合することにより登録者であるか否かを識別し、その識別結果を表す識別結果データ  $D2$  を生成して出力部6に送出する。

#### 【0060】

出力部 6 は、出力先の回路（装置）の受付状態に対応した出力信号を生成するようになされており、解析部 3 から与えられる識別結果データ D 2 を例えば光電変換することにより赤外線信号 S 3 を生成し、これを外部に出力する。

#### 【0061】

記憶メモリ 5 には、解析部 3 による歩行波形登録処理又は歩行波形照合処理の際に用いるための情報として、8 Hz ピークが出現してから次の 8 Hz ピークが出現するまでの時間幅（以下、これをピーク間幅と呼ぶ）の平均的な平均ピーク間幅情報が予め記憶されている。

#### 【0062】

實際上、解析部 3 は、図示しない CPU、ROM 及び RAM 等により構成される制御部により、記憶メモリ 5 に予め記憶された所定の解析プログラムに従って歩行波形登録処理及び歩行波形照合処理を実行するようになされており、まずは歩行波形登録処理について、以下のフローチャートを用いて詳細に説明する。

#### 【0063】

##### （2）歩行波形登録処理

図 7 に示すように解析部 3 は、ルーチン R T 1 の開始ステップから入ってステップ S P 1 へ移り、電界変位検出部 2 から与えられる所定の単位時間当たりの登録歩行波形信号 S 1（図 2）に対して、A/D 変換処理を施すことにより登録歩行波形データを生成し、次のステップ S P 2 へ移る。

#### 【0064】

ステップ S P 2 において解析部 3 は、登録歩行波形データのうち解析対象ではない 40 Hz 以上の周波数成分を除去した後、例えば FFT (Fast Fourier Transform) 等の直交変換処理を施すことにより、図 8 に示すように 8 Hz 帯域付近の登録歩行波形データ（以下、これを 8 Hz 帯登録歩行波形と呼ぶ）を生成し、次のステップ S P 3 へ移る。

#### 【0065】

ステップ S P 3 において解析部 3 は、ステップ S P 2 で生成された 8 Hz 帯登録歩行波形のうち、歩き始めや歩き終わりの際の歩行運動あるいは立ち止まり時等の定常歩行運動以外に相当する波形部分を除去し、次のステップ S P 4 へ移る



。

## 【0066】

實際上、解析部3は、8Hz帯登録歩行波形に出現する8Hzピークを検知し、当該検知した8Hzピーク間幅のうち、予め記憶メモリ5（図1）に記憶されているピーク間平均幅情報に比して所定の許容範囲外となる8Hzピーク間幅に係る波形部分を除去するようになされている。

## 【0067】

この場合、解析部3は、歩行態様の差異に係わらずほぼ等間隔で出現する8Hzピークを指標として定常歩行運動以外に相当する波形部分を除去していることにより、定常歩行運動部分に相当する8Hz帯登録歩行波形だけを的確に残し得るようになされている。

## 【0068】

ステップSP4において解析部3は、任意の基準8Hzピークの中心位置から当該基準8Hzピークの前後にそれぞれ存在する8Hzピークの間位置までのを、歩行運動における実際の1歩に相当する単位（以下、これを1歩単位と呼ぶ）SUとして特定するようになされており、ステップSP3で得られた8Hz帯登録歩行波形を当該1歩区間単位SUで切り出すことにより、複数歩数分の1歩登録波形を生成し、次のステップSP5へ移る。

## 【0069】

この場合、解析部3は、8Hzピークを指標として特定した1歩単位SUで8Hz帯登録歩行波形を切り出していることにより、歩行運動における実際の1歩に対応する1歩登録波形を的確に生成し得るようになされている。

## 【0070】

ステップSP5において解析部3は、ステップSP4で切り出した複数歩数分の1歩登録波形が予め設定された歩数（以下、これを設定歩数と呼ぶ）分だけ切り出されたか否かを判断する。

## 【0071】

ここで否定結果が得られると、このことはステップSP4で切り出された1歩登録波形が未だ設定歩数分に達していないことを表わしており、このとき解析部

3 は、ステップ S P 1 に戻って上述の処理を繰り返す。

【0072】

これに対してステップ S P 5 で肯定結果が得られると、このことはステップ S P 4 で切り出された 1 歩登録波形が設定歩数分に達していることを表わしており、このとき解析部 3 は、次のステップ S P 6 へ移る。

【0073】

ステップ S P 6 において解析部 3 は、ステップ S P 4 で切り出した設定歩数分の 1 歩登録波形それぞれに対して、ほぼ等間隔でなる例えば 21 個の細分区間 C S U 1 ~ C S U 21 に分割する。

【0074】

そして解析部 3 は、細分区間 C S U 1 ~ C S U 21 に係る振幅値（電界強度の値）を積分することにより得られる積分値を、1 歩登録波形の特徴として抽出し、次のステップ S P 7 へ移る。

【0075】

ここで、例えば 5 歩分の 1 歩登録波形をそれぞれ 21 個の細分区間 C S U 1 ~ C S U 21 に分割した際における積分値のグラフを図 9 に示す。但し、積分値については正規化している。

【0076】

図 9 中の 1 本の折れ線は、1 歩分の 1 歩登録波形に対応しており、当該 1 歩登録波形を 21 個の細分区間 C S U 1 ~ C S U 21 ごとに積分した結果得られる複数の積分値を結んでいることから、もとの 1 歩登録波形の詳細な概形を表している。

【0077】

従って、1 本の折れ線を形成している各細分区間 C S U 1 ~ C S U 21 の積分値は、それぞれ登録者固有となる 1 歩登録波形の特徴を表しているといえる。また各細分区間 C S U 1 ~ C S U 21 に係る 5 つの積分値の組は、当該 1 歩登録波形の部分的特徴の集合であり、登録者であることを部分毎に証明する範囲を表しているといえる。

【0078】

ステップ S P 7 において解析部 3 は、細分区間 C S U 1 ~ C S U 2 1 に係る 1 0 つの積分値の組を、1 歩登録波形の部分的特徴を表す登録波形特徴パラメータ群 G R 1 ~ G R 2 1 としてそれぞれ認識し、次のステップ S P 8 へ移る。

#### 【 0 0 7 9 】

ステップ S P 8 において解析部 3 は、例えば図 1 0 に示すように、登録波形特徴パラメータ群 G R 1 及び G R 2 における 2 1 次元空間上の分布状態を表す登録波形特徴分布データを生成し、登録波形特徴パラメータ群 G R 3 ~ G R 2 1 についても同様にして登録波形特徴分布データを生成し、次のステップ S P 9 へ移る。

#### 【 0 0 8 0 】

因みに、図 1 0 においては便宜上 2 次元上の分布状態を表している。また解析部 3 は、2 1 次元空間上の分布状態を表したが、実際にはステップ S P 6 で 1 歩登録波形を分割する分割数に対応する次元空間上の分布状態を表すようになされている。

#### 【 0 0 8 1 】

ステップ S P 9 において解析部 3 は、ステップ S P 8 で生成した登録波形特徴パラメータ群 G R 1 ~ G R 2 1 にそれぞれ対応する登録波形特徴分布データに対して、所定の保存データ形式に変換することにより登録波形特徴データ D 2 を生成し、これを記憶メモリ 5 (図 1) に記憶した後、次のステップ S P 1 0 に移って、歩行波形登録処理を終了する。

#### 【 0 0 8 2 】

このように解析部 3 は、所定の登録開始操作が行われると、8 H z ピークを指標として 1 歩登録波形を切り出し、当該 1 歩登録波形を複数の細分区間に係る振幅値を積分することにより、登録者固有の 1 歩登録波形の特徴を表す積分値を的確に抽出し得るようになされている。

#### 【 0 0 8 3 】

### (3) 歩行波形照合処理

次に、解析部 3 における歩行波形照合処理について、以下のフローチャートを用いて詳細に説明する。

## 【0084】

図11に示すように解析部3は、ルーチンRT2の開始ステップから入ってステップSP21へ移り、電界変位検出部2から与えられる所定の単位時間当たりの照合歩行波形信号S2に対して、上述のルーチンRT1（図1）におけるステップSP1からステップSP3までの各処理を実行することにより、定常歩行運動以外に相当する波形部分を除去した8Hz帯照合歩行波形を生成し、次のステップSP22へ移る。

## 【0085】

ステップSP22において解析部3は、ステップSP4の処理と同様に、ステップSP21で生成された8Hz帯照合歩行波形を1歩区間単位SU（図8）で切り出すことにより、1歩分の1歩照合波形を生成し、次のステップSP23へ移る。

## 【0086】

ステップSP23において解析部3は、ステップSP22で切り出した1歩照合波形を、ステップSP6で分割した分割数と同じ例えば21個の細分区間CSU1～CSU21（図8）に分割する。

## 【0087】

そして解析部3は、細分区間CSU1～CSU21に係る電界強度（電位）を積分することにより得られる積分値を、1歩照合波形の特徴として抽出し、次のステップSP24へ移る。

## 【0088】

ステップSP24において解析部3は、図11に示すように、ステップSP24で抽出された細分区間CSU1の積分値CPと、当該細分区間CSU1に対応する例えば3人分の登録波形特徴パラメータ群GR1における分布DS1～DS3の各重心位置とのマハラノビス距離を求める。

## 【0089】

また解析部3は、残りの各細分区間CSU2～CSU21の積分値についても同様にしてマハラノビス距離を求め、次のステップSP25へ移る。

## 【0090】

ステップSP25において解析部3は、ステップSP24で各細分区間CSU1～CSU21の積分値ごとに登録者3人分に対して求めたマハラノビス距離を当該登録者ごとに合計し、当該合計した登録者ごとのマハラノビス距離に基づいて、照合対象者が登録者本人であると識別し得る可能性がどの程度であるかを割合で表す本人認識率をそれぞれ算出し、次のステップSP26へ移る。

【0091】

實際上、解析部3は、合計マハラノビス距離が小さいほど高い本人認識率を算出し、これに対して合計マハラノビス距離が大きいほど低い本人認識率を算出するようになされている。

【0092】

ステップSP26において解析部3は、ステップSP25で算出された複数の本人認識率のいずれかが90%以上であるか否かを判定する。ここで否定結果が得られると、このことは照合対象者の1歩照合波形と、記憶メモリ5に既に登録されている登録者の1歩登録波形との一致率が悪い、即ち照合対象者が登録者本人識別であると識別することができないことを表しており、このとき解析部3は、照合対象者が登録者ではないと識別し、次のステップSP29へ移る。

【0093】

これに対して肯定結果が得られると、このことは照合対象者が複数の登録者のうちのいずれかに該当していることを表しており、このとき解析部3は、次のステップSP27へ移る。

【0094】

ステップSP27において解析部3は、ステップSP25で算出された複数の本人認識率のうち、90%以上の本人認識率が2以上あるか否かを判定する。ここで否定結果が得られると、このことは照合対象者が登録者本人であるとすべき候補が1人であることを表しており、このとき解析部3は、当該候補である登録者が照合対象者であると識別し、次のステップSP29へ移る。

【0095】

これに対して肯定結果が得られると、このことは照合対象者が登録者本人であるとすべき候補が2人以上存在していることを表しており、このとき解析部3は

、次のステップSP28へ移って、90%以上の本人認識率が最も高い登録者が照合対象者であると識別し、次のステップSP29へ移る。

【0096】

ステップSP29において解析部3は、ステップSP26、SP27又はSP28の識別結果に応じた識別結果データD2（図1）を生成し、これを出力部6に送出した後、次のステップSP30へ移って、歩行波形照合処理を終了する。

【0097】

因みに解析部3は、90%以上の本人認識率が最も高い登録者が2以上存在していた場合には、その旨を識別結果データD2として出力部6に送出するようになされている。

【0098】

このように解析部3は、歩行態様の差異に係わらずほぼ等間隔で出現する8Hzピークを指標として8Hzピークを指標として1歩照合波形を切り出し、当該1歩照合波形を、歩行波形処理で分割した分割数と同じ細分区間CSU1～CSU21（図8）に係る積分値を1歩照合波形の特徴として抽出した後に、登録波形特徴パラメータ群GR1～GR21の分布とのマハラノビス距離に基づいて登録者であるか否かを識別することにより、登録者及び照合対象者の1歩のうちそれぞれ対応する歩行態様に相当する波形部分を照合することができ、その結果、精度よく識別し得るようになされている。

【0099】

以上の構成において、個人識別装置1は、人体の歩行運動に伴って路面と足底面との間に形成される静電容量変化と、当該路面と足底面との帯電変化とが生じることにより当該人体に形成される電界変位の相対的な変化を、電界変位検出部2によって歩行波形信号S1又はS2として検出するようにした。

【0100】

この場合、静電容量変化及び帯電変化が超低周波帯域に広範囲に伝搬するので、個人識別装置1は、電界変位検出部2の位置の影響や、ハムノイズや当該電界変位検出部2周囲のノイズ等の影響を受けることなく電界変位の相対的な変化を歩行波形信号S1又はS2として検出することができる。

## 【0101】

この状態において、個人識別装置 1 は、歩行波形信号 S 1 又は S 2 の歩行波形のうち、一方の足底面全体が着地しかつ他方の爪先が離地直後の状態（図 4 中の破線部分）に対応して特異的に出現する  $8\text{ Hz} \pm 2\text{ Hz}$  帯域に係る  $8\text{ Hz}$  ピークを指標として 1 歩波形を特定するようにした。

## 【0102】

この場合、個人識別装置 1 においては、左右足相互間の帯電干渉の影響を受けずに出現する振幅の最大ピークを指標とすることができるので、左右足相互間あるいは個人間の歩行態様の差異に応じて固有のパターンで出現していても、当該歩行運動の実際の 1 歩を忠実に反映した 1 歩波形としての的確に特定することができる。

## 【0103】

また、個人識別装置 1 においては、かかる 1 歩波形を複数の細分区間 CSU 1 ～ CSU 2 1（図 8）に分割し、当該分割した細分区間 CSU 1 ～ CSU 2 1に係る振幅値ごとに積分した積分値を 1 歩波形の波形の特徴として抽出することにより、1 歩波形の詳細な概形を表すことができ、従って 1 歩波形をそのまま照合しなくても、精度よく個人を識別することができる。

## 【0104】

以上の構成によれば、人体の歩行運動に伴って当該人体に形成される電界変位のうち、一方の足底面全体が着地しかつ他方の爪先が離地直後の状態に対応する  $8\text{ Hz}$  ピークを指標として、当該歩行運動の 1 歩に相当する 1 歩波形を特定し、その特定された 1 歩波形に基づいて 1 歩波形の特徴を抽出するようにしたことにより、左右足相互間の帯電干渉の影響を受けずに出現する振幅の最大ピークを指標とすることができるので、当該歩行運動の実際の 1 歩を忠実に反映した 1 歩波形としての的確に特定ことができ、かくして、1 歩波形の特徴を精度よく抽出することができる。

## 【0105】

なお上述の実施の形態においては、解析部 3 によって人体の歩行運動に伴って当該人体に形成される電界変位を解析する場合について述べたが、本発明はこれ

に限らず、例えば早歩き運動、階段の昇降運動又は足踏み運動等、要は、一方の足底面全体が着地し、かつ他方の爪先が離地した直後の状態を含むこの他種々の2足運動に伴って当該人体に形成される電界変位を解析するようにしても良い。

#### 【0106】

この場合、右足（左足）が完全着地状態から、当該右足（左足）の爪先が離地した直後に至るまでの移動速度に応じて歩行波形における振幅の最大ピークが可変するので、解析部3は、8Hzピークに代えて、検出対象とすべき2足運動時における右足（左足）が完全着地状態から当該右足（左足）の爪先が離地した直後に至るまでの移動速度に応じた周波数帯域に出現する振幅のピークを指標として検知すれば、上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0107】

また上述の実施の形態においては、電界変位検出部2を当接した人体を登録者又は照合対象者として歩行検出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、電界変位検出部2を当接した人体の周囲に存在する人体を登録者又は照合対象者として歩行検出するようにしても良い。

#### 【0108】

この場合、接近に伴って時系列的に振幅が増大するので、解析部3は、個人識別装置1から検出対象の位置までの距離と、8Hzピークに相当する振幅ピークとの対応関係を予め記憶メモリ5に記憶しておけば、人体の歩行運動に伴って当該人体に極めて広範囲に伝搬する静電解変位を検出しているため、電界変位検出部2を当接した人体の周囲に存在する登録者又は照合対象者が比較的遠い位置に存在していても精度よく検出することができる。

#### 【0109】

さらに上述の実施の形態においては、電界変位検出部2を人体皮膚OSに直接当接する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該人体皮膚に代えて、例えば携帯電話機や歩数計内に組み込んだり、あるいは金属の柱や机に設置する等、この他種々の導体に取り付けるようにしても良い。

#### 【0110】

この場合、個人を識別する場合に限らず、例えば医療機関において患者（歩行



者)の歩行態様等进行分析する場合や、バイオメトリクスの分野において人体と動物との識別を行う場合など、2足運動に関するこの他種々の用途に使用することができる。

#### 【0111】

さらに上述の実施の形態においては、電解変位検出手段としての電界検出部2を図2で上述した構成とした場合について述べたが、当該電界検出部2に代えて、本発明はこれに限らず、超電導薄膜を微細加工し、超電導状態にある接合部(ジョセフソン結合)を並列となるように形成しされたSQID(Superconducting Quantum Interference Device)と呼ばれる磁気センサによって構成するようにしても良い。

#### 【0112】

さらに上述の実施の形態においては、識別手段としての解析部3と電界検出部2とを個人識別装置1に設ける場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該電界検出部2又は解析部3のいずれかを別途独立して設けるようにしてもよい。

#### 【0113】

さらに上述の実施の形態においては、1歩波形を複数の細分区間CSU1～CSU21(図8)に分割し、当該分割した細分区間CSU1～CSU21に係るごとに算出された積分値を1歩波形の特徴として抽出する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該複数の細分区間CSU1～CSU21(図8)に分割した際の振幅値を積分することなくそのまま1歩波形の特徴として抽出する用にしても良い。

#### 【0114】

さらに上述の実施の形態においては、解析部3における各処理を解析プログラムによって実現する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該各処理の一部又は全部をそれぞれ専用の集積回路等のハードウェア手段によって実現するようにしても良い。

#### 【0115】

さらに上述の実施の形態においては、予め記憶メモリ5に予め記憶された解析

プログラムに従って上述の歩行波形登録処理（図 7）及び歩行波形照合処理（図 11）を実行する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、当該解析プログラムが格納されたプログラム格納媒体を情報処理装置にインストールすることにより歩行波形登録処理及び歩行波形照合処理を実行するようにしても良い。

#### 【0116】

この場合、歩行波形登録処理及び歩行波形照合処理を実行するための解析プログラムを情報処理装置にインストールして実行可能な状態にするためのプログラム格納媒体としては、例えばフレキシブルディスク、CD-ROM（Compact Disk-Read Only Memory）、DVD（Digital Versatile Disc）等のパッケージメディアのみならず、プログラムが一時的若しくは永続的に記憶される半導体メモリや磁気ディスク等で実現しても良い。またこれらプログラム格納媒体に解析プログラム記憶する手段として、ローカルエリアネットワークやインターネット、デジタル衛星放送等の有線又は無線通信媒体を利用しても良く、ルータやモデム等の各種通信インターフェースを介して格納するようにしても良い。

#### 【0117】

##### 【発明の効果】

上述のように本発明によれば、人体の2足運動に伴って人体に形成される電界の変位のうち、一方の足底面全体が着地しかつ他方の爪先が離地直後の状態に対応する所定の周波数帯域に係る振幅のピークを指標として、2足運動の1歩に相当する1歩波形を特定し、当該特定された1歩波形に基づいて1歩波形の特徴を抽出するようにしたことにより、左右足相互間の帯電干渉の影響を受けずに出現する振幅のピークを指標とすることができるので、当該歩行運動の実際の1歩を忠実に反映した1歩波形としての確に特定することができ、かくして、歩行波形の特徴を精度よく抽出することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明を適用した個人識別装置の構成を示すブロック図である。

##### 【図2】

電界変位検出部の構成を示す略線図である。

**【図 3】**

スペクトログラム例を示す略線図である。

**【図 4】**

歩行態様を示す略線図である。

**【図 5】**

等価回路を示す略線図である。

**【図 6】**

表 1 の説明に供するタイミングチャートである。

**【図 7】**

歩行波形登録処理手順を示すフローチャートである。

**【図 8】**

1 歩波形の切り出し及び分割の説明に供する略線図である。

**【図 9】**

細分区分間における積分値を示す略線図である。

**【図 10】**

登録波形特徴パラメータ群の分布例を示す略線図である。

**【図 11】**

歩行波形照合処理手順を示すフローチャートである。

**【図 12】**

マハラノビス距離の算出の説明に供する略線図である。

**【符号の説明】**

1 ……個人識別装置、2 ……電界変位検出部、3 ……解析部、4 ……入力部、  
5 ……記憶メモリ、6 ……出力部、10 ……FET、11 ……主電極、12 ……  
誘電体、13 ……アンプ、14 ……ガード電極。

【書類名】 図面

【図1】

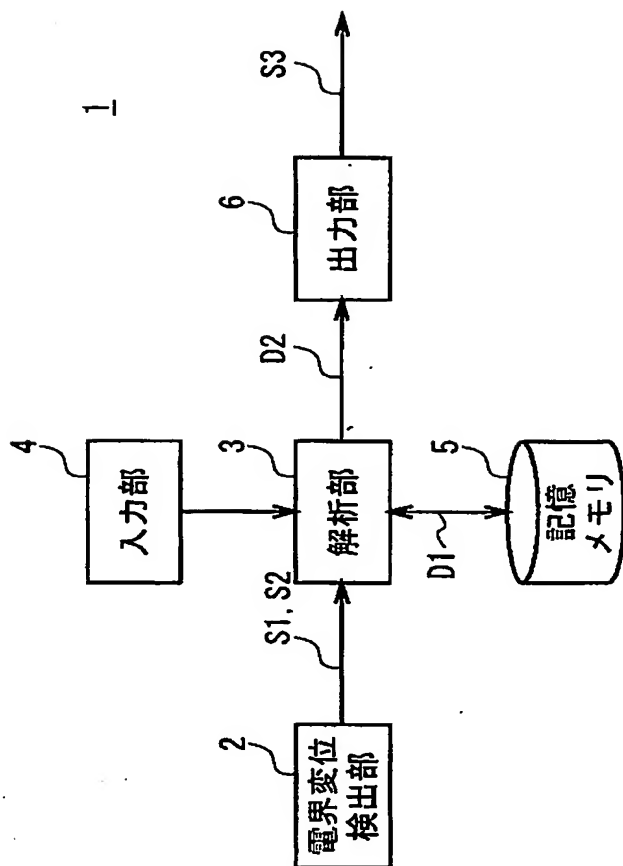


図1 個人識別装置の構成

【図2】

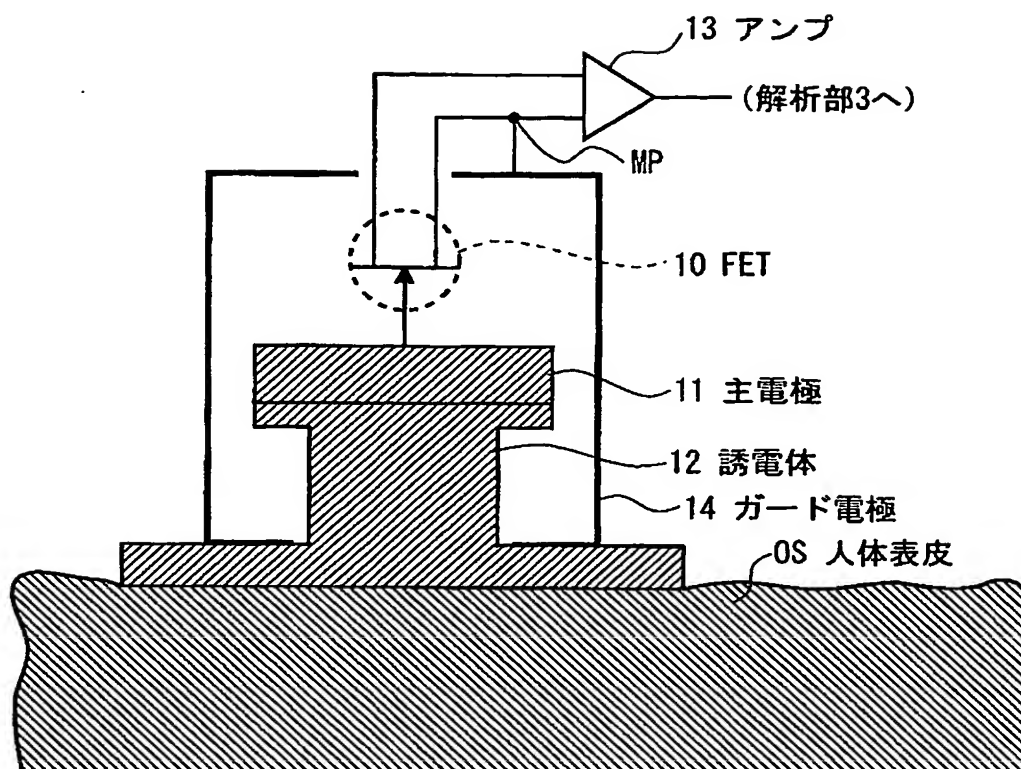


図2 電界変位検出部の構成

【図3】

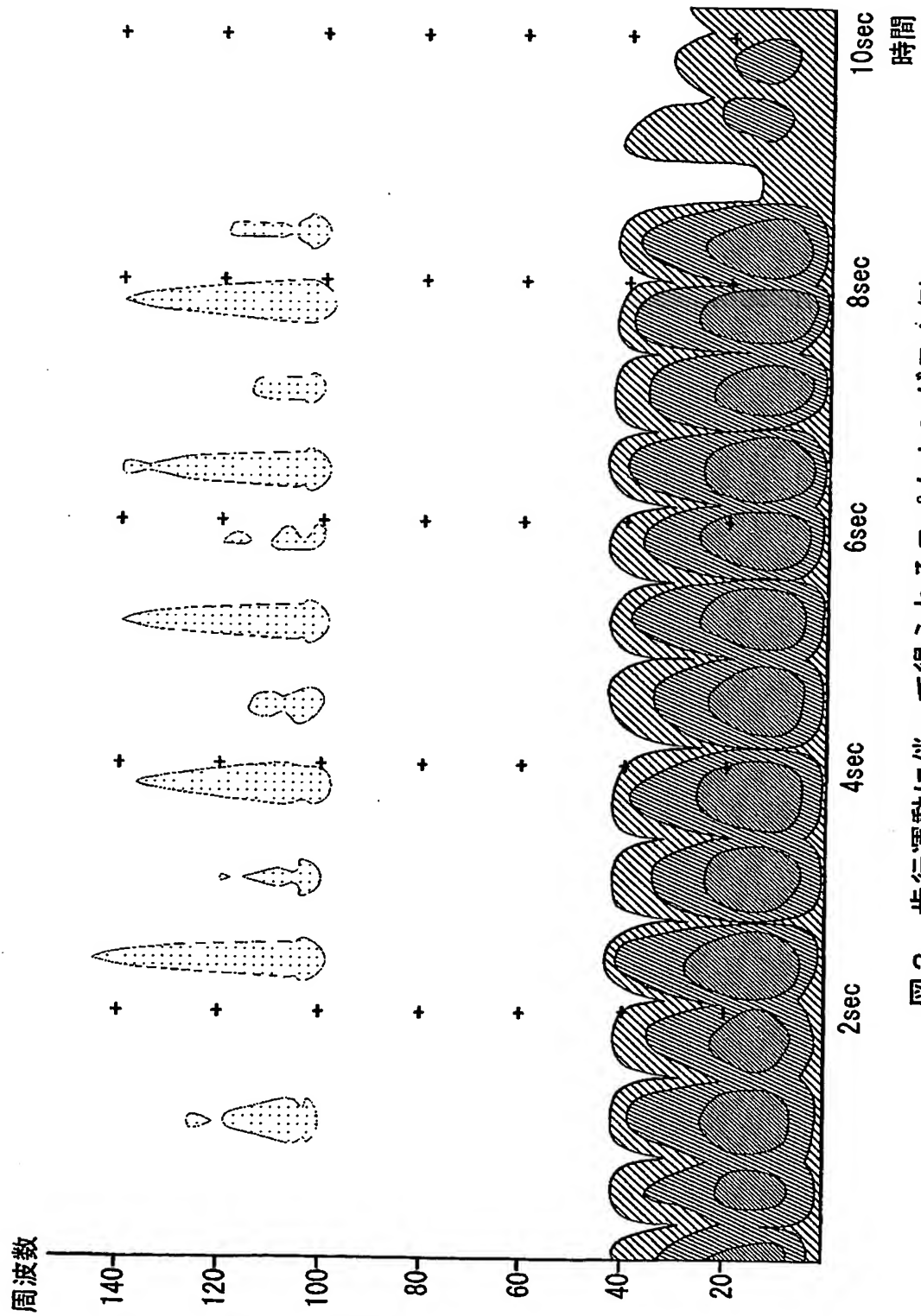
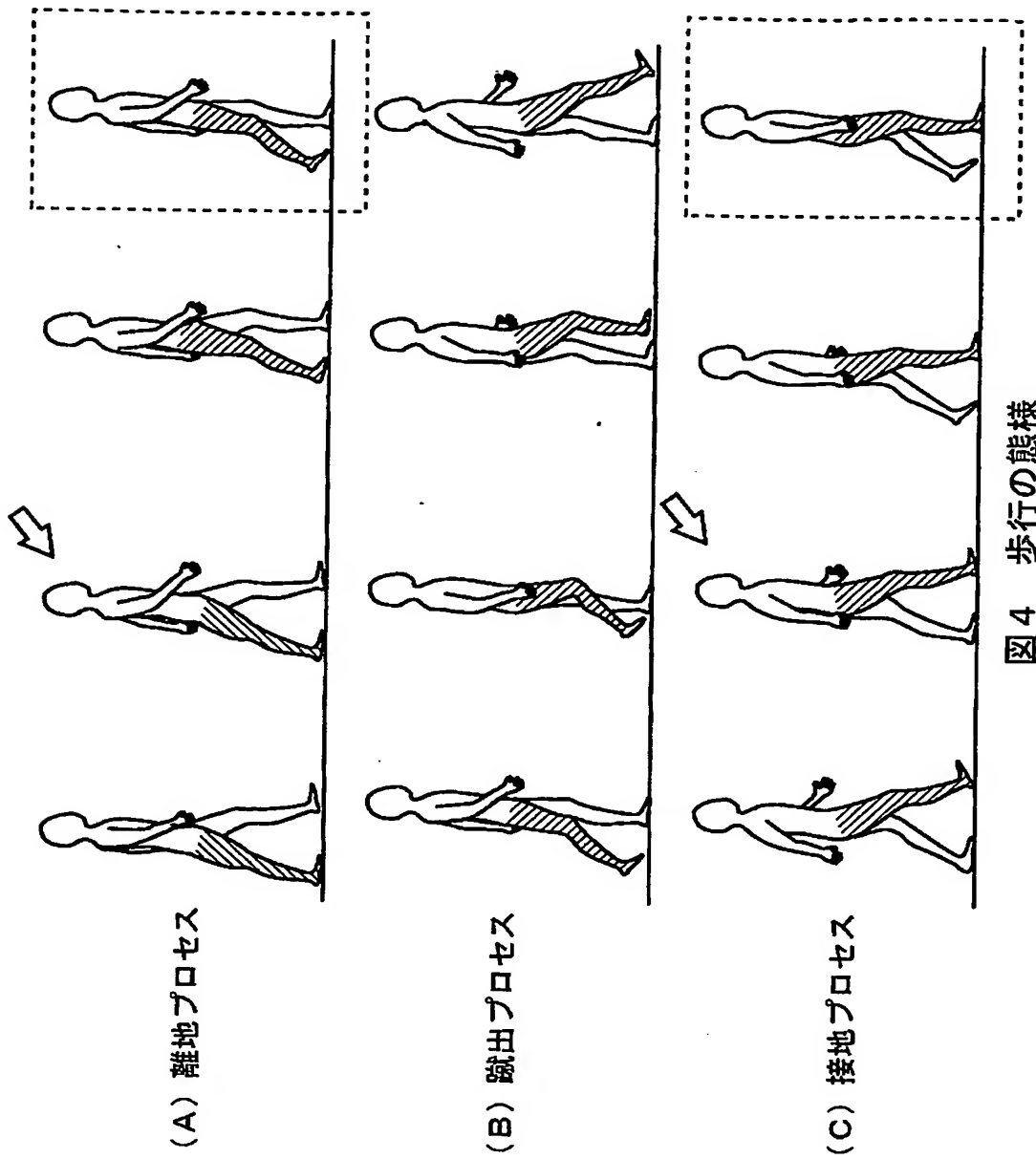


図3 歩行運動に伴って得られるスペクトログラム例

【図 4】



【図 5】

20

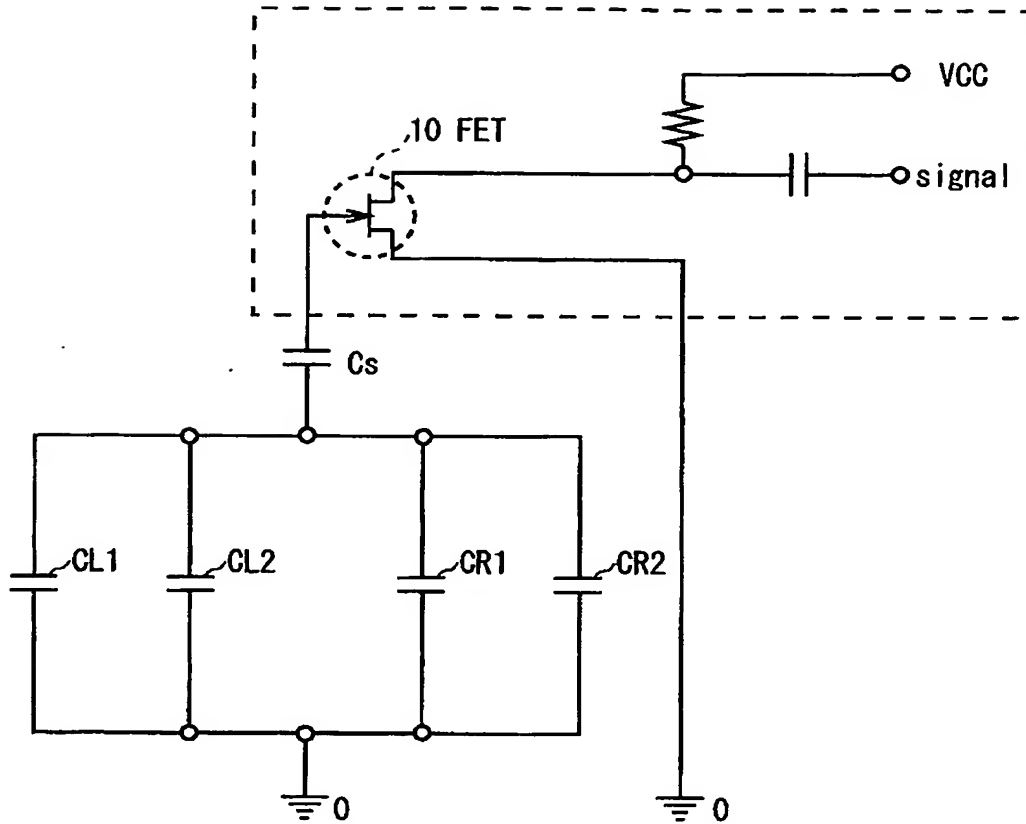


図 5 等価回路



【図6】

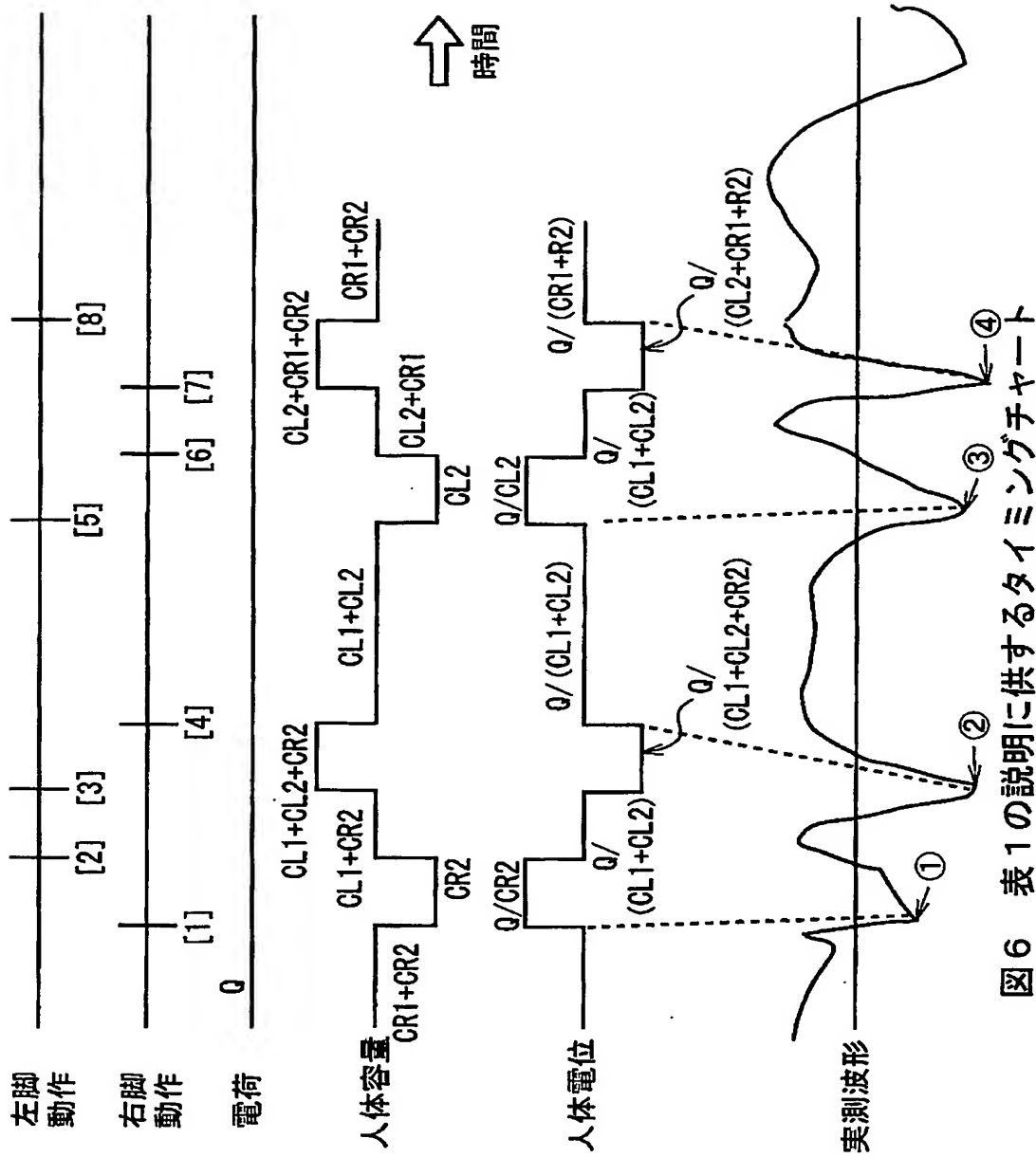


図6 表1の説明に供するタイミングチャート

【図 7】

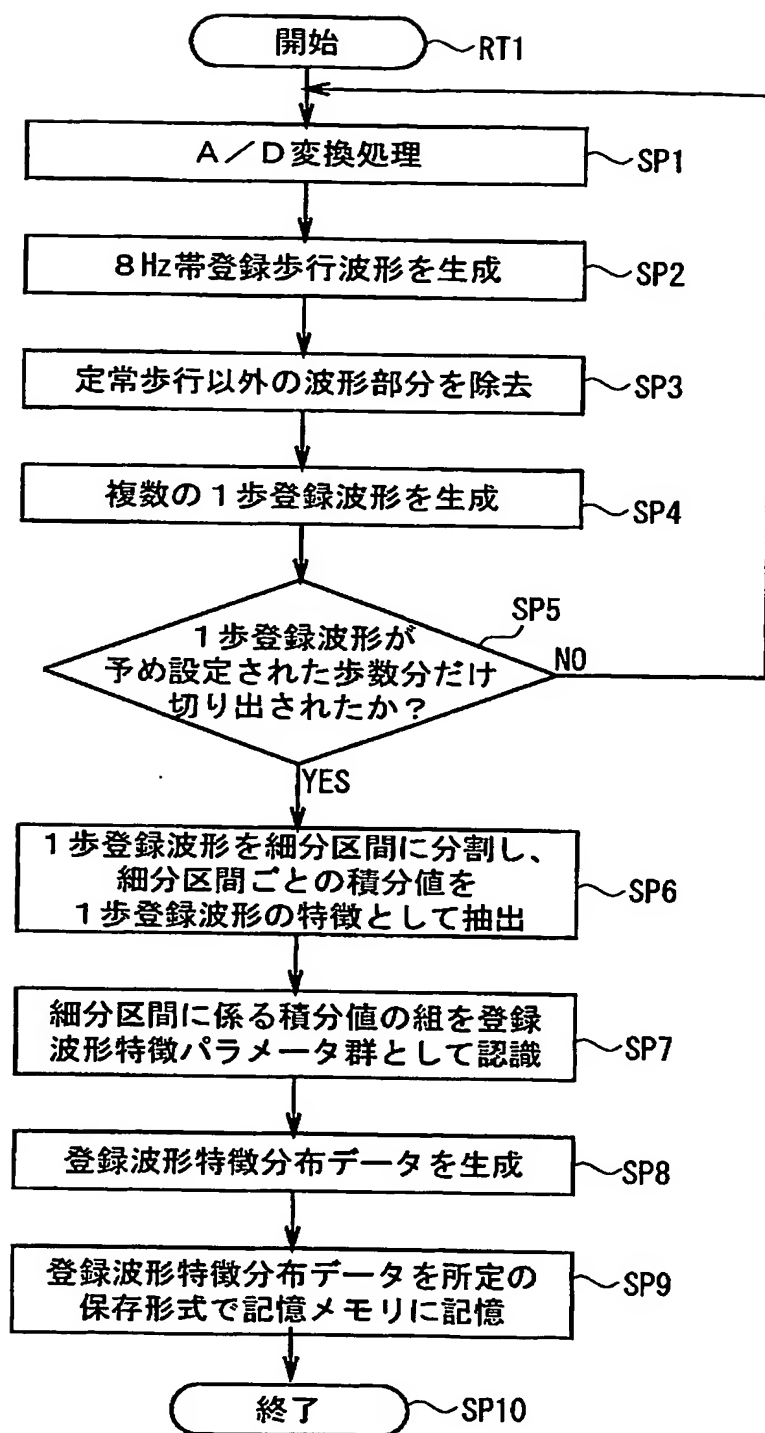


図 7 歩行波形登録処理手順

【図 8】

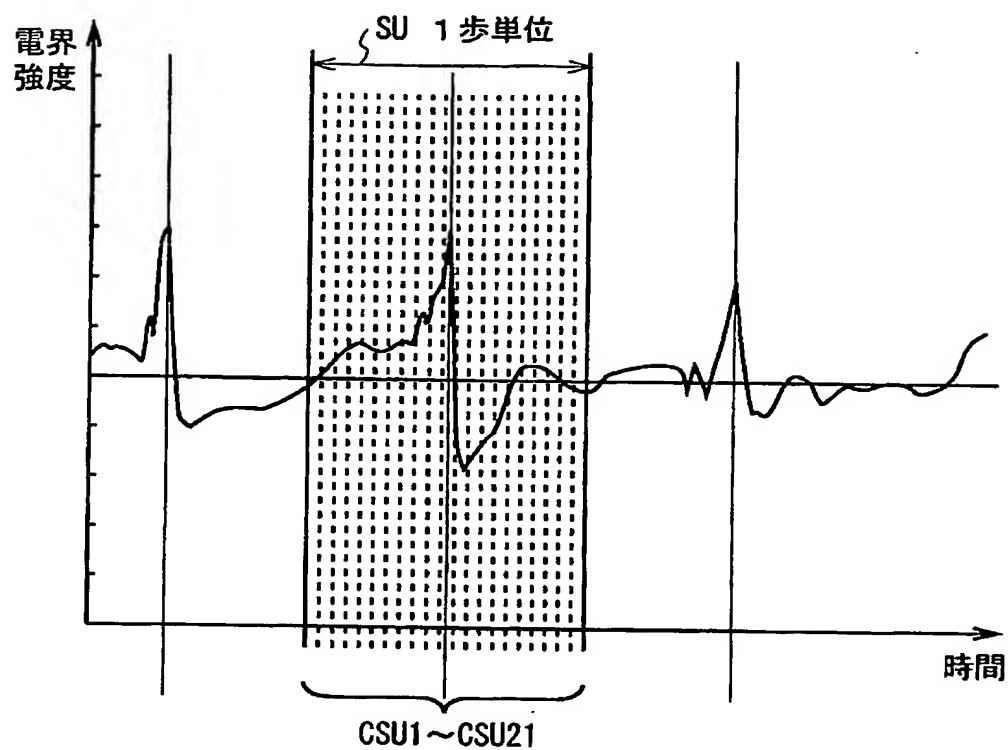


図 8 1 歩波形の切り出し及び分割

【図9】

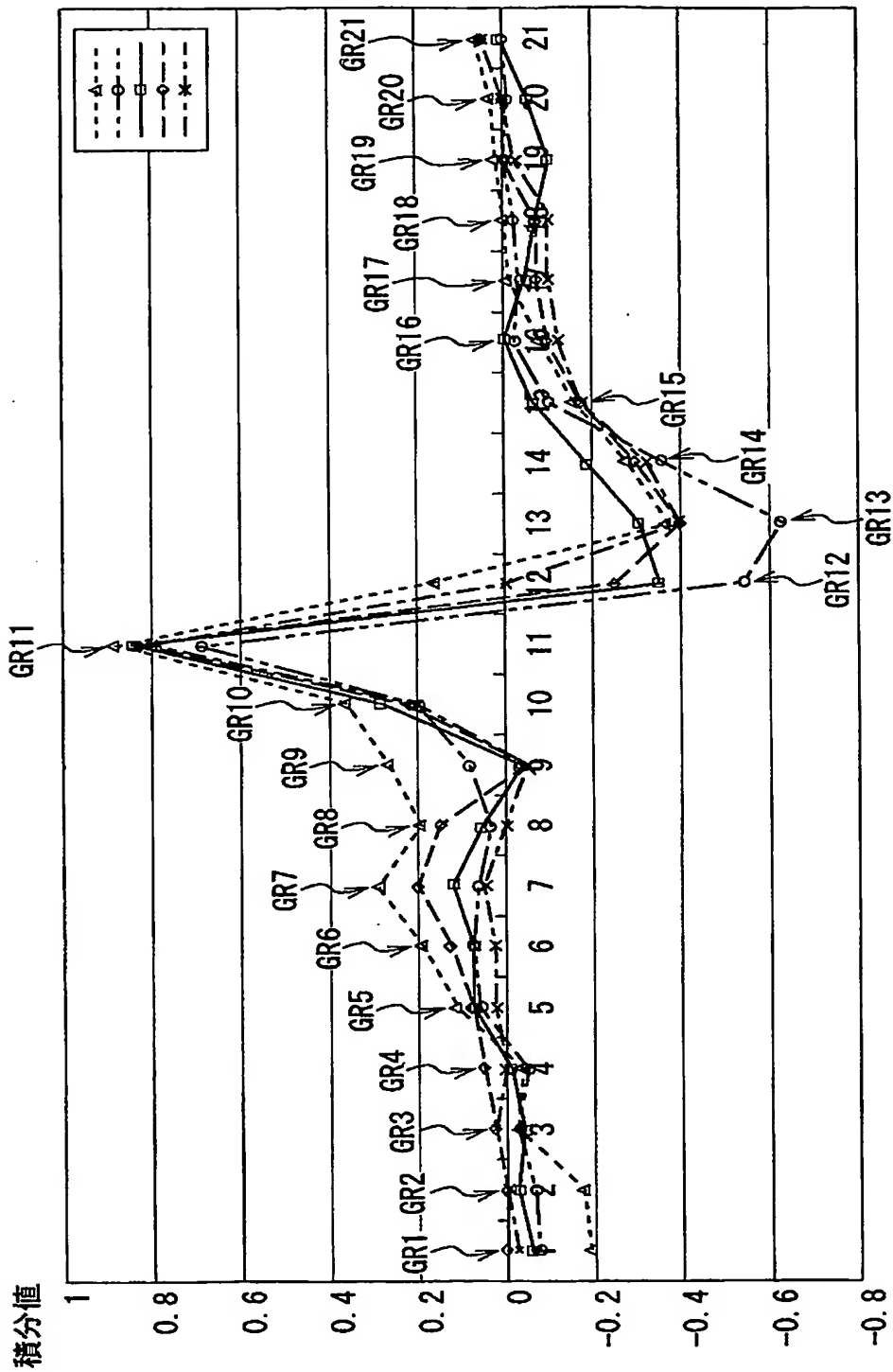


図9 細分区間における積分値

【図 10】

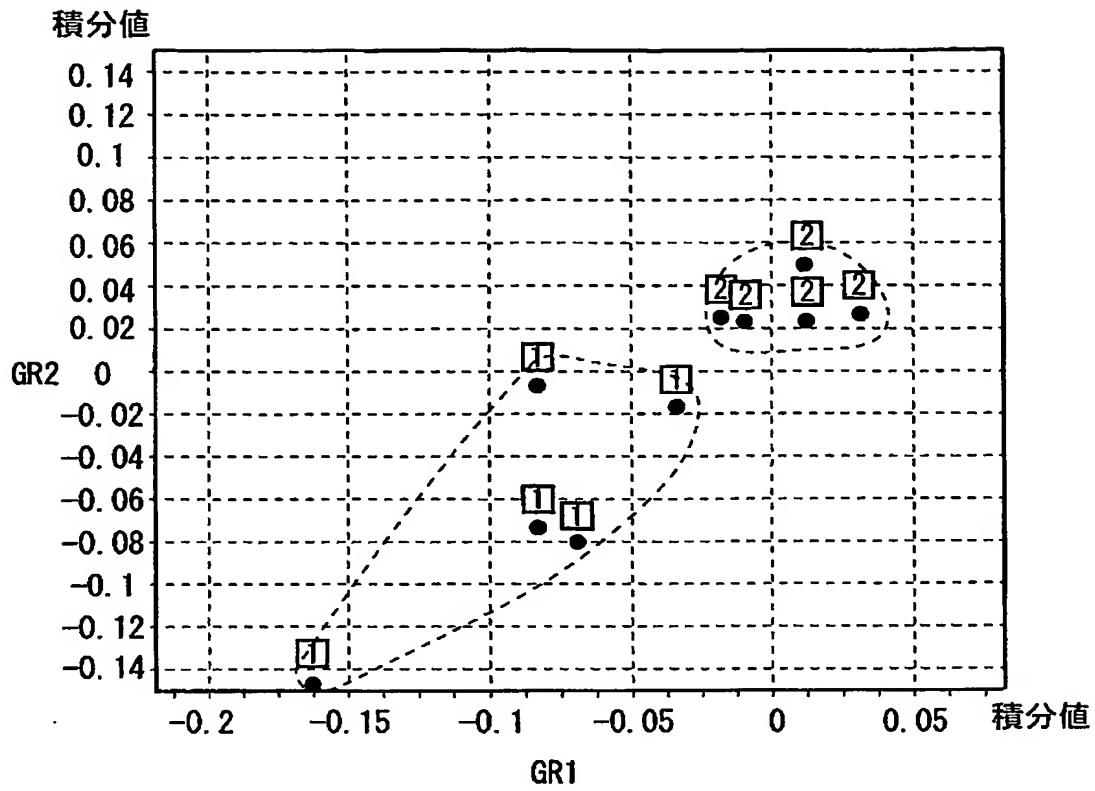


図 10 登録波形特徴パラメータ群の分布例

【図 11】

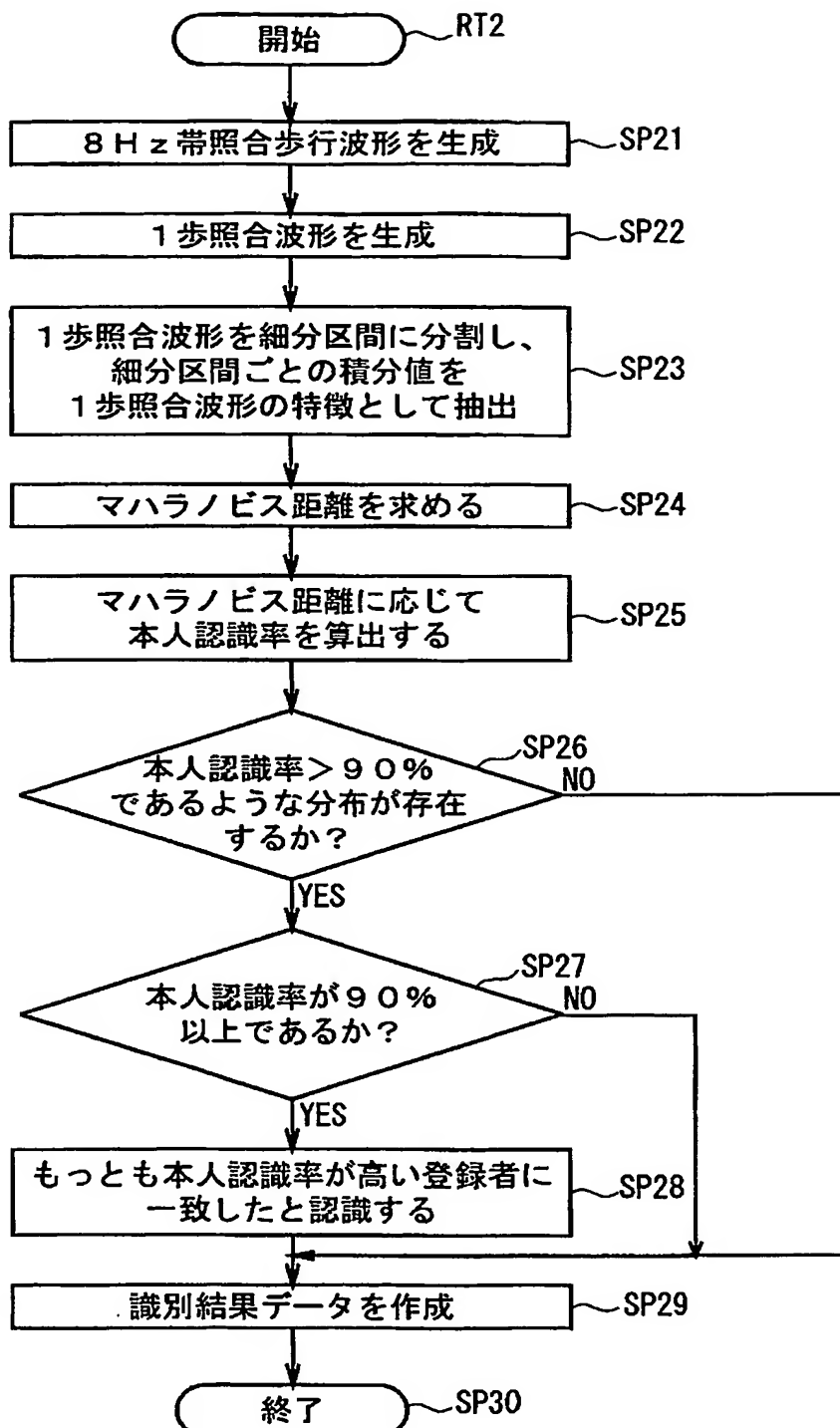


図 11 歩行波形照合処理手順

【図 12】

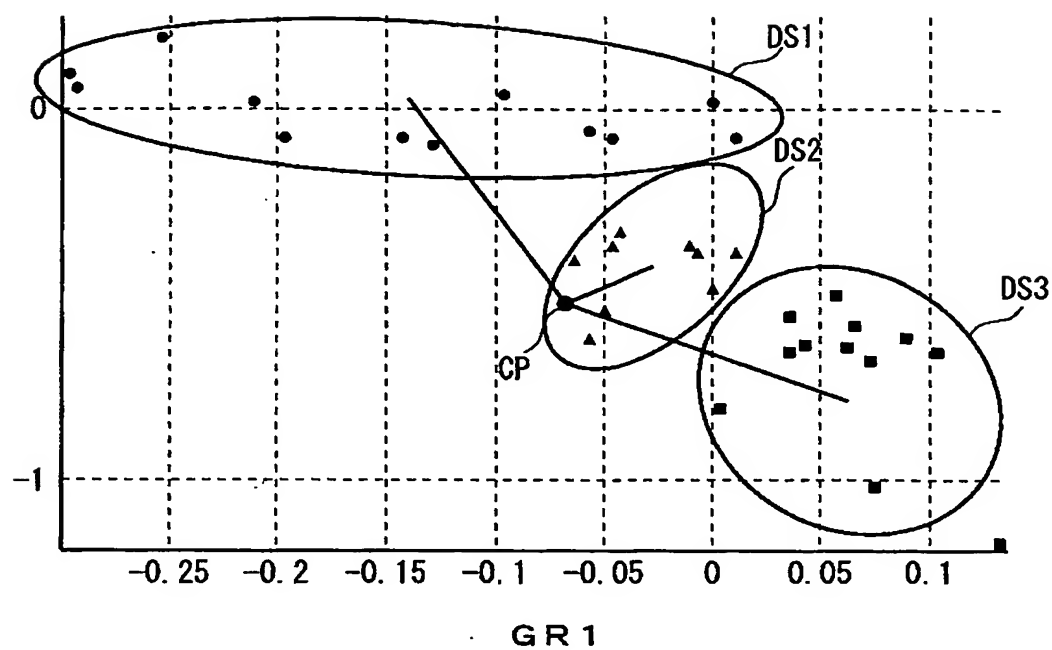


図 12 マハラノビス距離の算出例

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

歩行波形の特徴を精度よく抽出し得る歩行波形特徴抽出方法及び個人識別装置を提案する

【解決手段】

本発明は、人体の歩行運動に伴って当該人体に形成される電界変位のうち、一方の足底面全体が着地しかつ他方の爪先が離地直後の状態に対応する 8 Hz ピークを指標として、当該歩行運動の 1 歩に相当する 1 歩波形を特定し、その特定された 1 歩波形に基づいて 1 歩波形の特徴を抽出するようにしたことにより、左右足相互間の帯電干渉の影響を受けずに出現する振幅のピークを指標とすることができるので、当該歩行運動の実際の 1 歩を忠実に反映した 1 歩波形としての的確に特定することができ、かくして、歩行波形の特徴を精度よく抽出することができる。

【選択図】 図 6



特願 2 0 0 2 - 3 1 4 9 2 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社